

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Modelování vlivu rozměrových parametrů silničního vozidla
na jeho řiditelnost**

**Dimensional Parameter Influence Modeling to Road Vehicle
Steerability**

Student:

Prachař Jan

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jaromír Široký, Ph.D

OSTRAVA 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Prachař**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 10 Dopravní technika
Téma: **Modelování vlivu rozměrových parametrů silničního vozidla na jeho říditelnost**
Dimensional Parameter Influence Modeling to Road Vehicle Steerability

Zásady pro vypracování:

Cíl: Analýza systémů řízení motorových a přípojných vozidel a jejich souprav. Teoretické řešení výpočtů obrysových poloměrů a návrh počítačového modelu pro jejich výpočet a hodnocení.

Osnova:

1. Charakteristiky říditelnosti silničních vozidel a parametrů vozidla při průjezdu kruhovým obloukem stálého poloměru malou rychlostí.
2. Analýza principů řízení a ovládání řídících kol vozidla.
3. Vyjádření geometrických závislostí charakteristik při průjezdu obloukem.
4. Návrh modelů.
5. Realizace modelů v běžně dostupném výpočetním prostředí a jejich verifikace.
6. Technické hodnocení možností využití návrhů.

Seznam doporučené odborné literatury:

Matějka, R.: *Vozidla silniční dopravy I.* Bratislava: ALFA Bratislava. 1999. ISBN 80-05-00392-7

Matějka Rostislav.: *Vozidla silniční dopravy II.* Vyd. 2. Žilina: Vysoká škola dopravy a spojov. 1992. 245 s. ISBN 80-7100-074-4

Vlk, František.: *Dynamika motorových vozidel: jízdní odpory, hnací charakteristika, brzdění, odpružení, říditelnost, ovladatelnost, stabilita.* Brno: F. Vlk. 2000. 434 s. ISBN 80-238-5273-6

Vlk, František.: *Podvozky motorových vozidel.* 3. přeprac., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: F. Vlk. 2006. 464 s. ISBN 80-239-6464-X

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jaromír Šíroky, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB -TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB –TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB -TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB -TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB -TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB -TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č.111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Prachař Jan

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Čeladná 72

739 12

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PRACHAŘ, J. *Modelování vlivu rozměrových parametrů silničního vozidla na jeho řiditelnost: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2011, 49 s. Vedoucí práce: Široký, J.

Bakalářská práce se zabývá návrhu počítačového modelu pro řiditelnost silničních vozidel a jejich parametrů při průjezdu kruhovým obloukem. Na základě geometrických závislostí při průjezdu obloukem je navrhnut model. V návrhu je vypracován počítačový model pro osobní automobil s přívěsným vozíkem, jízdní soupravou nákladního automobilu s přípojným vozidlem, jízdní soupravu nákladního automobilu se dvěma přípojnými vozidly a jízdní soupravu tahače návěsu s návěsem. Z výsledných hodnot počítačového modelu lze stanovit potřebné parametry pro zjištění průjezdnosti.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

PRACHAŘ, J. *Dimensional Parameter Influence Modeling to Road Vehicle Steerability: Bache-lor's Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical En-gineering, Institute of Transport, 2009, 49 pages. Supervisor: Široký, J.

This thesis deals with the design of a computer model for controllability of road vehicles and their parameters when passing through a traffic circle. The model is designed on the basis of a geometrical dependence while going through a traffic circle. There is a computer model developed for a passenger car with a trailer, a vehicle combination of a truck with a trailer, a vehicle combination of a truck with two trailers, and a vehicle combination of a semitrailer truck with a trailer in the concept. The resulting values of the computer model can provide the necessary parameters to identify passability.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbol.....	9
0. ÚVOD.....	10
1. ROZDĚLENÍ VOZIDEL.....	11
1.1 Rozdělení vozidel dle ČSN a EHK.....	11
1.2 Druhy silničních vozidel dle ČSN 30 00 24.....	11
1.2.1 Motorové vozidlo.....	11
1.2.2 Přípojně vozidlo.....	11
1.2.3 Jízdní souprava.....	12
1.3 Kategorizace vozidel dle EHK.....	14
1.4 Automobily.....	16
1.4 a) OSOBNÍ AUTOMOBIL (M1, příp. M1G).....	16
1.4 b) NÁKLADNÍ AUTOMOBIL (N1, N2, N3).....	16
1.4 c) SPECIÁLNÍ AUTOMOBIL – (N1, N2, N3).....	19
1.4 d) TAHAČ.....	19
1.5 Přípojná vozidla.....	20
1.5.1. přívěs.....	20
1.5.2. návěs.....	21
1.5.3. přívěsové jízdní soupravy.....	21
1.5.4. návěsové jízdní soupravy.....	22
2. ROZMĚROVÉ PARAMETRY.....	23
2.1 Největší povolené rozměry vozidel a souprav.....	23
2.1 a) největší povolená šířka.....	23
2.1 b) největší povolená délka.....	23
3. NÁVRH MODELU.....	24
3.1 Hledané obrysové poloměry pro využití v praxi.....	24
3.2 Obecné výpočty znázorněných bodů motorového vozidla:.....	26
3.3 Obecné výpočty znázorněných bodů přípojného vozidla:.....	27
3.4 Ukázka konkrétních výpočtů pro pár vybraných bodů:.....	30

4. MODEL.....	32
4.1 popis modelu.....	32
4.2 ukázka programování makra:.....	33
4.3 ukázka pracovního prostředí modelu:.....	33
5. VÝSLEDNÉ MODEL Y.....	36
6. ZÁVĚR.....	44
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	45
8. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	46

Seznam použitých zkratk a symbolů:

R – poloměr zatačení přední nápravy [m]
R'':mv – vnější obrysový poloměr motorového vozidla [m]
R':o:p – vnitřní obrysový poloměr přípojného vozidla [m]
R's:mv – vnitřní stopový poloměr motorového vozidla [m]
R's:p – vnitřní stopový poloměr přípojného vozidla [m]
 Δ – Míra vybočení přívěsu z dráhy [m]
R – poloměr zatačení přední nápravy [m]
Š – šířka motorového vozidla [m]
L – rozvor motorového vozidla [m]
L1 – přední převis motorového vozidla [m]
L2 – zadní převis mot. vozidla [m]
VZ – vzdálenost přípojného zař. od zadní nápravy [m]
Vo – délka tažné oje [m]
LP – rozvor přívěsu [m]
LP1 – přední převis přívěsu [m]
LP2 – zadní převis přívěsu [m]
ŠP – šířka přívěsu [m]
Apmv – rozchod kol přední nápravy motorového vozidla [m]
Azmv – rozchod kol zadní nápravy motorového vozidla [m]
App – rozchod kol přední nápravy přípojného vozidla
Azp – rozchod kol zadní nápravy přípojného vozidla [m]

0 ÚVOD

Cílem bakalářské práce je analýza systémů řízení motorových a přípojných vozidel a jejich souprav. Teoretické řešení výpočtů obrysových poloměrů a návrh počítačového modelu pro jejich výpočet a hodnocení. První kapitola „Rozdělení vozidel“ se bude zabývat rozdělením motorových a přípojných vozidel dle normy ČSN a EHK a jejich stručným popisem. Ve druhé kapitole „Rozměrové parametry“ jsou zobrazeny maximální délkové a šířkové přípustné rozměry v předchozí kapitole zmiňovaných vozidel. V další kapitole „návrh modelu“ jsou vyobrazeny hledané poloměry a ukázky jejich výpočtů. Následující kapitola „model“ zahrnuje stručný popis modelu, ukázku programování makra a ukázku pracovního prostředí modelu. V poslední kapitole „výsledné modely“ jsou zobrazeny jízdní soupravy vždy ve dvou různých poloměrech zatáčení, aby bylo vidět jak model pracuje.

1 ROZDĚLENÍ VOZIDEL

1.1 Rozdělení vozidel dle ČSN a EHK

V této kapitole si přiblížíme rozdělení silničních vozidel dle normy ČSN a dle mezinárodní dohody EHK. Tato rozdělení jsou vytvořena dle několika konstrukčních a technických kritérií. Výběr kritérií, podle kterých je možno provádět rozdělování vozidel do kategorií, je zdánlivě nekonečné a každý si jistě dovede celou řadu kritérií vytvořit.

1.2 Druhy silničních vozidel dle ČSN 30 00 24

Druhy silničních vozidel (dle ČSN 300024 v souladu se Zákonem č. 56/2001 Sb. O podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích) jsou následující: [5]

1.2.1 Motorové vozidlo

- Automobil
 - Osobní
 - Autobus
 - Nákladní
 - Speciální
 - Tahač
- Motocykl

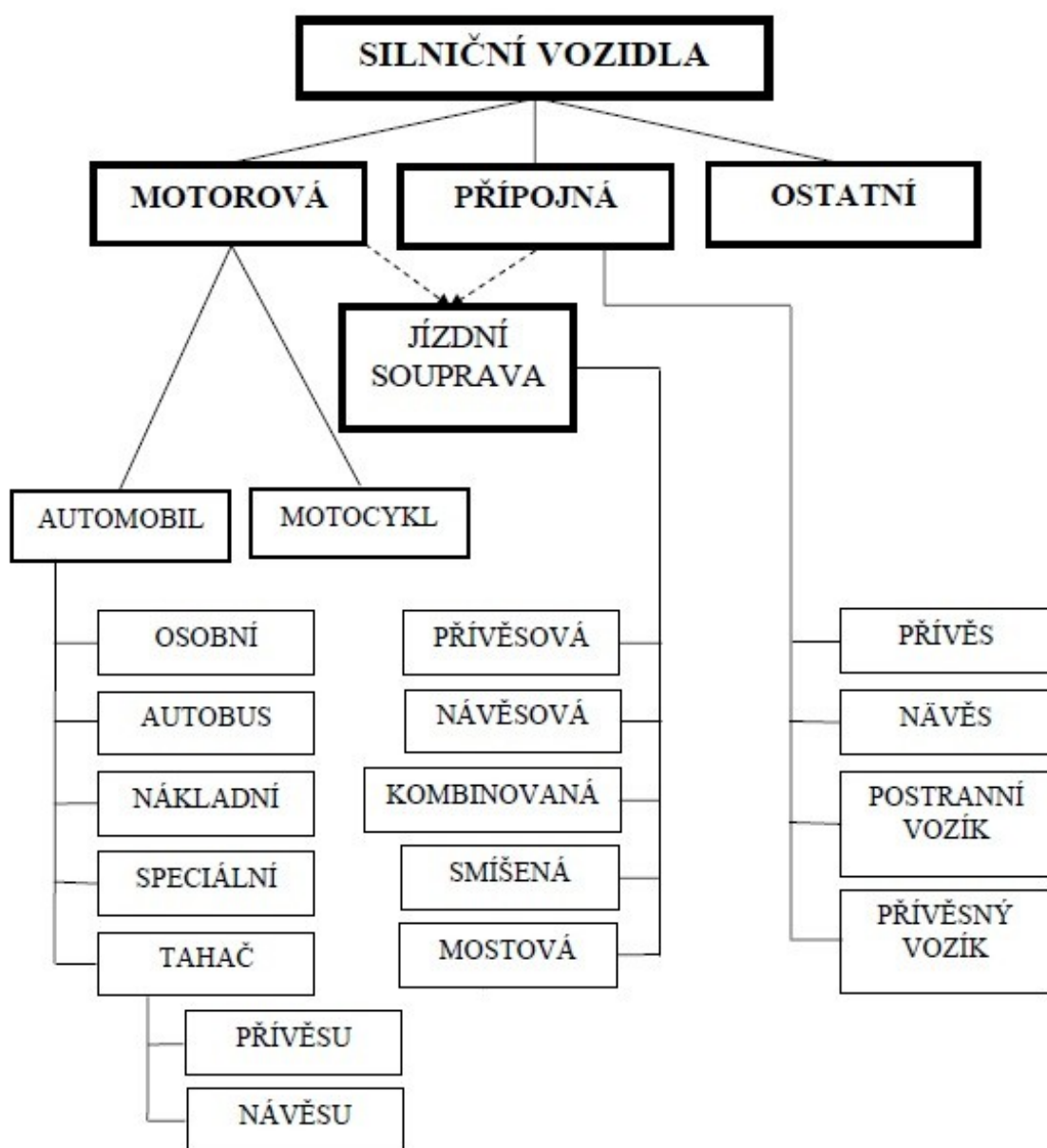
1.2.2 Přípojně vozidlo

- Přívěs
- Návěs
- Postranní vozík
- Přívěsný vozík

1.2.3 Jízdní souprava

- Přívěsová
- Závěsová
- Kombinovaná
- Smíšená
- Mostová [5]

Druhy silničních vozidel dle výše uvedené normy jsou přehledně znázorněny na obr. 1.



Obr. 1.1. Základní rozdělení silničních vozidel (ČSN 30 00 24) [5]

Silniční vozidlo – motorové nebo přípojné vozidlo určené k provozu na pozemních komunikacích, nevázané na koleje a používané obvykle pro dopravu osob nebo nákladů, pro zvláštní účely a služby.

Motorové vozidla - je silniční vozidlo poháněné vlastním motorem.

Přípojné vozidlo – silniční vozidlo bez vlastního zdroje pohonu.

Jízdní souprava – souprava skládající se z motorového vozidla spojeného s jedním nebo několika přípojnými vozidly.

Automobil – motorové vozidlo, které má čtyři nebo více kol a obvykle se používá pro přepravu osob nebo nákladu, tažení přípojných vozidel nebo pro speciální účely a služby.

Osobní automobil – konstrukčně určen zejména pro dopravu osob a jejich zavazadel nebo nákladu, který má nejvýše 9 míst k sezení (včetně řidiče).

Autobus – určený pro přepravu osob a jejich zavazadel s více jak 9 místy pro sezení včetně řidiče.

Nákladní automobil – je určen zejména pro přepravu nákladu s možností táhnout přívěs.

Speciální automobil – je určen pro provádění speciálních činností, není primárně určeno pro přepravu osob a nákladu.

Tahač – určen speciálně k tažení přípojných vozidel.

Motocykl – vozidlo o dvou nebo třech kolech s pohotovostní hmotností menší než 400 kg. Moped je vozidlo o dvou nebo třech kolech s konstrukční rychlostí menší než $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ s motorem o zdvihovém objemu menším než 50 cm^3 .

Přívěs – vozidlo, u něhož se jen nepodstatná část hmotnosti přenáší na motorové vozidlo.

Návěs – vozidlo, u něhož podstatná část jeho celkové hmotnosti se přenáší na motorové vozidlo.

Přívěsová jízdní souprava – skládá se z motorového vozidla spojeného s jedním nebo více přívěsy.

Návěsová jízdní souprava – je tvořena tahačem návěsu a návěsem. [5]

1.3 Kategorizace vozidel dle EHK

Roku 1947 byla Ekonomickou a sociální radou OSN založena Evropská hospodářská komise (EHK) [Economic Commission for Europe - ECE]. Proto významným výsledkem činnosti pracovní skupiny WP.29 bylo předložení Dohody o přijetí jednotných podmínek pro homologaci a vzájemné uznávání homologace výstroje a částí motorových vozidel. Tato Dohoda byla předložena k ratifikaci v Ženevě a byla přijata 20. března 1958. Tato dohoda bývá označována jako Ženevská dohoda. Ihned po přijetí Dohody některými evropskými státy byly vydány předpisy EHK č.1 a č.2 [ECE R 1 a R 2 (R od Regulation)] stanovující jednotné podmínky pro konstrukci světlometů typu E a jejich žárovek. Tak vznikla Příloha 1 k Dohodě. Všechny další předpisy EHK (k 1.04.2006 jich bylo již 122) vycházejí tedy formou Přílohy k Dohodě. [5]

Kategorie vozidel dle EHK jsou následující:

Kategorie L – motorová vozidla zpravidla s méně než čtyřmi koly,

Kategorie M – motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro přepravu osob

Kategorie N – motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro přepravu nákladů (a zvířat)

Kategorie O – přípojná vozidla,

Kategorie T – traktory zemědělské nebo lesnické,

Kategorie S – pracovní stroje,

Kategorie R – ostatní vozidla, která nelze zařadit do výše uvedených kategorií.

Z uvedené kompletní kategorizace silničních vozidel budu v Bakalářské práci sestavovat modely pro tyto následující tři skupiny:

Kategorie M – motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro přepravu osob:

M1 – přeprava osob s nejvýše 9 místy k sezení včetně řidiče, $mc < 3,5$ t, prostor pro zavazadla nesmí být větší než prostor pro přepravu osob;

M2 – přeprava osob s více jak 9 místy k sezení bez řidiče, $mc < 5$ t;

M3 – přeprava osob s více jak 9 místy k sezení bez řidiče, $mc > 5$ t;

Kategorie N – motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro přepravu nákladu:

N1 – vozidlo, jehož $mc < 3,5$ t;

N2 – vozidlo, jehož $3,5 < mc \leq 12$ t;

N3 – vozidlo, jehož $mc > 12$ t.

Kategorie O – přípojná vozidla:

O1 – přípojně vozidlo, jehož $mc < 0,75$ t;

O2 – přípojně vozidlo, jehož $0,75 < mc \leq 3,5$ t;

N3 – vozidlo, jehož $3,5 < mc \leq 10$ t.

1.4 Automobily

Automobil je motorové vozidlo, které má čtyři nebo více kol a obvykle se používá za účelem:

- dopravu osob nebo nákladů,
- tažení přípojných vozidel pro dopravu osob nebo nákladů,
- speciální účely a služby.

1.4 a) OSOBNÍ AUTOMOBIL (M1, příp. M1G)

Osobní automobil je automobil, který je konstrukčně určen zejména pro dopravu osob a jejich zavazadel nebo nákladu, který má nejvýše 9 míst k sezení, včetně místa řidiče. Může rovněž táhnout přívěs. Osobní automobily se dále dělí podle druhu a úpravy karosérie. Jako určující kritéria jsou použity: [5]

- celistvost karosérie (uzavřená, proměnlivá)
- provedení střechy (pevná, poddajná, stahovací, odnímatelná, sklápěcí, otevíratelná)
- počet míst k sezení (1 - 2 - 2 až 3 - 4 - 4 nebo více, ve dvou řadách, sedadla pevná nebo sklopná)
- počet bočních dveří (2 - 2 nebo 4 - 3 až 4 a jedny zadní dveře (víko)).

Jednotlivé druhy karosérií osobních automobilů se označují:

Sedan, Hatchback, Liftback, Limusina, Kupé, Kabriolet, Roadster, Kombi....

1.4 b) NÁKLADNÍ AUTOMOBIL (N1, N2, N3)

Nákladní automobil je automobil, který svou konstrukcí je určen zejména pro dopravu nákladů. Může rovněž táhnout přívěs. [1]

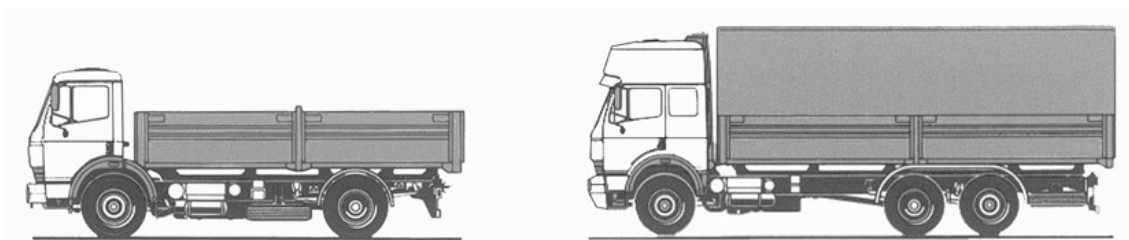
Nákladní automobily se dělí podle druhu karosérie, resp. úpravy prostoru pro náklad na:

valníkový:

S valníkovou karosérií a uzavřenou kabinou řidiče. Ložný prostor může být kryt plachtou, přetaženou přes odnímatelnou nosnou konstrukci – obr. 1.2. [5]

a)

b)



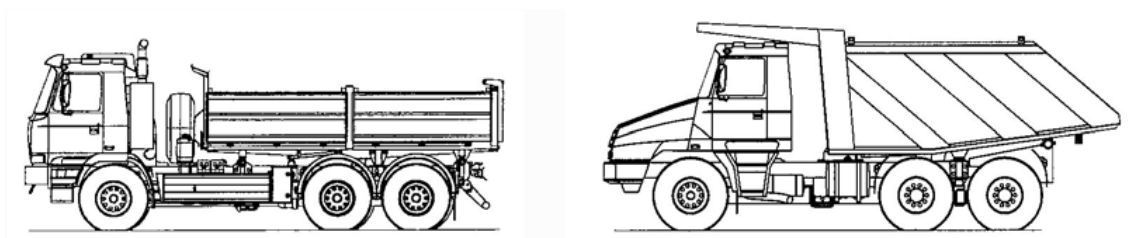
Obr. 1.2. Valníkový nákladní automobil – a) dvounápravový, b) třínápravový s plachtou [5]

sklápěčkový:

Se sklápěcí valníkovou karosérií nebo korbou a uzavřenou kabinou řidiče – obr. 1.3. Jako korba je označován ložný prostor lžícovitého nebo korýtkovitého tvaru. Sklápěčkové automobily mohou být v provedení se sklápěním pouze vzad (jednostranné) nebo vzad a do stran (třístranné). U jednostranných sklápěčů určených pro práci pod nakladači (bagry), bývá korba opatřena ochranným štítem, který má zabránit pádu břemen na kabinu řidiče při nakládce – obr. 1.3.b. [5]

a)

b)

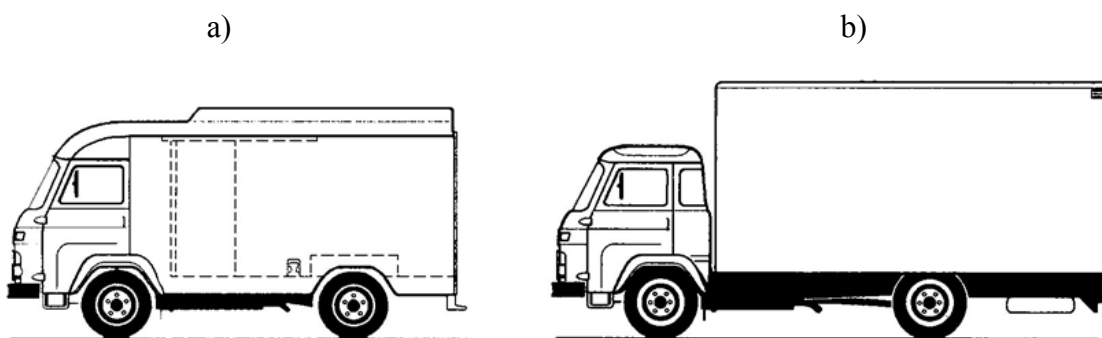


Obr. 1.3. Sklápěčkový nákladní automobil – a) s třístranným sklápěním, b) s jednostranným sklápěním [5]

skříňový:

Se skříňovou karosérií. Karosérie může být celistvá (vytváří společný prostor pro posádku i náklad) nebo tvoří samostatnou skříň (nástavbu), zcela oddělenou od kabiny řidiče – obr. 1.4.a.

Automobil s celistvou skříňovou karosérií označujeme jako furgon – obr. 1.4.b. Celistvá skříň karosérie ale může mít prostory pro posádku a náklad oddělené přepážkou buď částečně do určité výše, nebo zcela oddělené v celé výšce (v přepážce mohou být posuvné dveře). [5]



Obr. 1.4. Skříňový nákladní automobil – a) se skříňovou nástavbou, b) furgon [5]

Druhy nákladních automobilů:

CISTERNOVÝ

AUTODOMÍCHÁVAČ

DOUBLE CAB (dvojitá kabina, rozšířená kabina)

MRAZÍRENSKÝ

CHLADÍRENSKÝ

ISOTERMICKÝ

PANCÉŘOVANÝ

PICK UP (malý nákladní automobil na bázi osobního automobilu)

POHŘEBNÍ

PRO PŘEPRAVU BETONU

PRO PŘEPRAVU ŽIVÝCH ZVÍŘAT

1.4 c) SPECIÁLNÍ AUTOMOBIL – (N1, N2, N3)

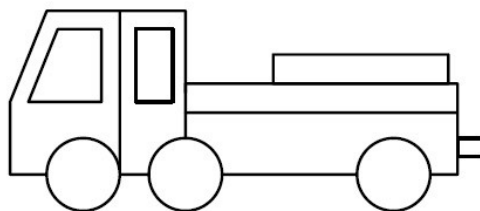
Speciální vozidlo je vozidlo určené k provádění speciálních činností. Speciální vozidlo není primárně určeno k přepravě osob nebo k přepravě nákladu, ale je konstruováno na podvozku automobilu nebo přípojného vozidla s pevnou nebo výměnnou nástavbou, určenou k provádění speciálních prací nebo přepravě speciálních pevně zabudovaných zařízení. Užitečná hmotnost je využita pro nástavbu a posádku. POŽÁRNÍ (podle vyhlášky č. 254/1999 Sb.) [5]

1.4 d) TAHAČ

Tahače jsou druhem automobilů, určené speciálně k tažení vozidel přípojných. Rozeznáváme následující druhy: [5]

• Tahač přívěsu

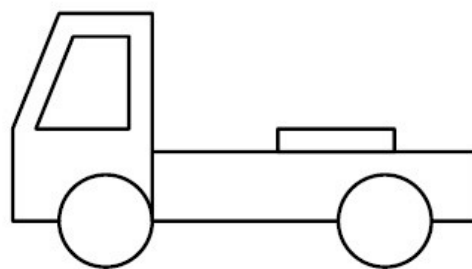
Tahač přívěsu je automobil konstruovaný a výlučně určený k tažení **přívěsu**. [1]



Obr. 1.5. Tahač přívěsu s přívěsem [5]

• Tahač návěsu

Tahač návěsu je automobil konstruovaný a výlučně určený k tažení **návěsu**. [1]



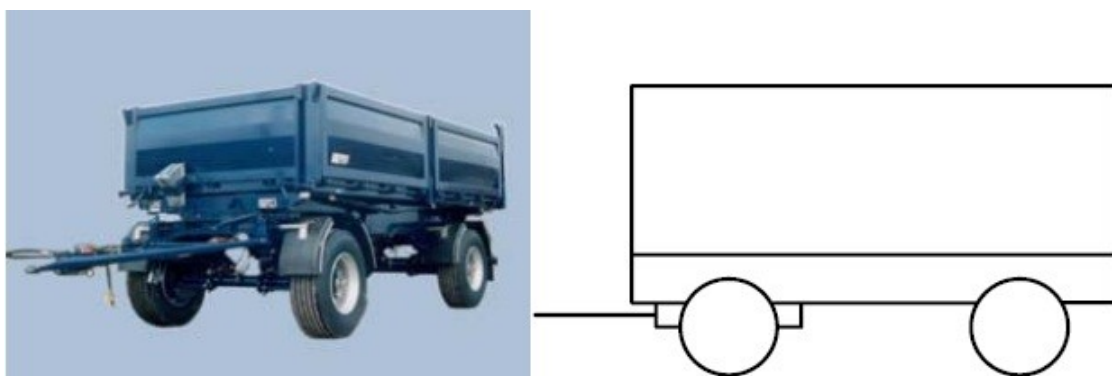
Obr. 1.6. Tahač návěsu [5]

1.5 Přípojná vozidla

Přípojná vozidla jsou vozidla bez vlastního zdroje pohonu a jsou určena k tažení vozidlem motorovým.

1.5.1. přívěs

Přívěs je přípojně vozidlo, u něhož se jen nepodstatná část jeho celkové hmotnosti přenáší na vozidlo motorové (tažné) – nákladní automobil, osobní automobil, tahač přívěsu. [5]



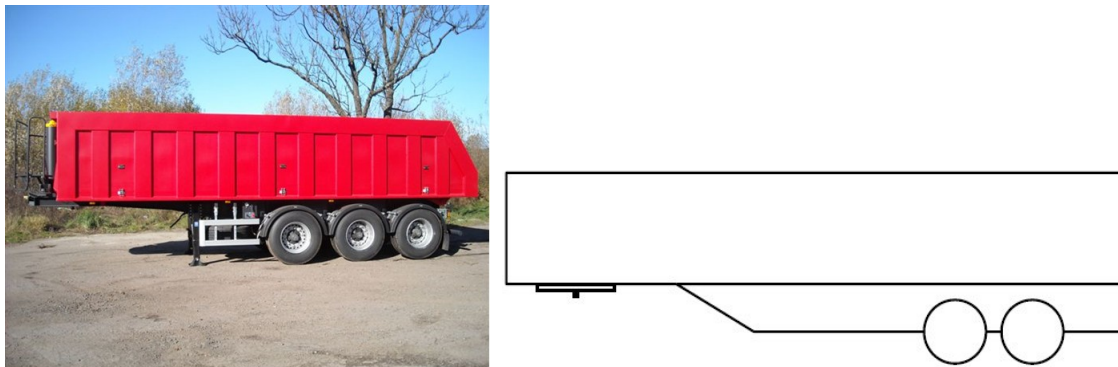
Obr. 1.7. Přívěs [5]

Přívěsy silničních vozidel se sdělí podle prostoru pro náklad, nebo podle karoserie na následující druhy:

- autobusový
- obytný
- nákladní
- speciální

1.5.2. návěs

Návěs je přípojný vozidlo konstruované pro spojení s tahačem návěsu, u něhož se podstatná část jeho celkové hmotnosti přenáší na tahač návěsu. [1]



Obr. 1.8. Návěs [5]

Návěsy silničních vozidel se sdělí podle prostoru pro náklad, nebo podle karoserie na následující druhy:

- autobusový
- obytný
- nákladní
- speciální

Jízdní soupravy

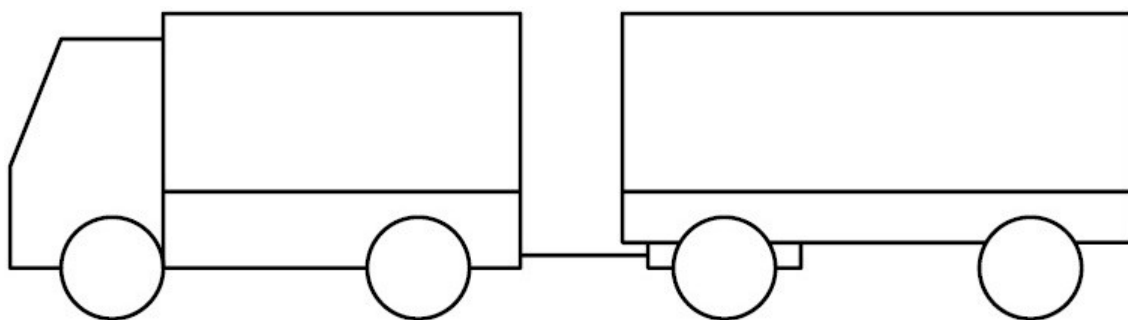
Jízdní souprava je souprava skládající se z motorového vozidla, spojeného s jedním nebo několika přípojnými vozidly. [5]

Podle druhu přípojných vozidel použitých v jízdní soupravě se soupravy dělí na:

1.5.3. přívěsové jízdní soupravy

Přívěsová jízdní souprava se skládá z motorového vozidla – automobilu, spojeného ojí s jedním nebo více samostatnými přívěsy.[5]

- Osobní přívěsová souprava
- Autobusová přívěsová souprava
- Nákladní přívěsová souprava

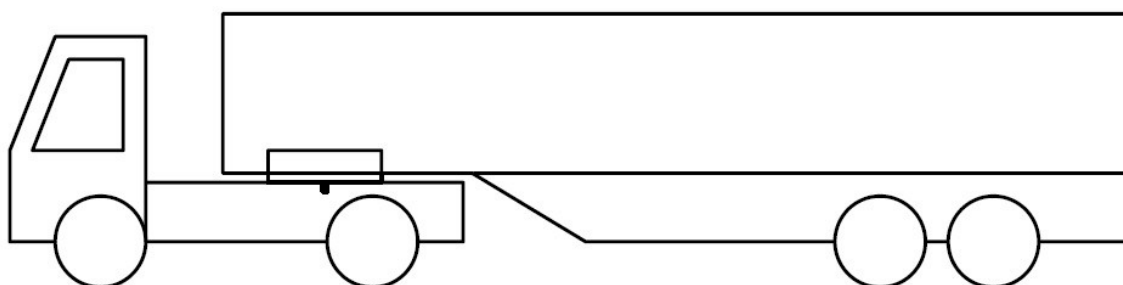


Obr. 1.9. Přívěsová jízdní souprava [5]

1.5.4. návěsové jízdní soupravy

Návěsová jízdní souprava se skládá z tahace návěsu a návěsu

- Autobusová návěsová souprava
- Nákladní návěsová souprava
- Kombinovaná návěsová souprava
- Smíšená návěsová souprava
- Mostová návěsová souprava



Obr. 1.10. Návěsová jízdní souprava [5]



Obr. 1.11. Autobusová návěsová souprava

2 ROZMĚROVÉ PARAMETRY

2.1 Největší povolené rozměry vozidel a souprav

Největší povolené rozměry vozidel a jízdních souprav dle vyhlášky 341/2002 Sb. včetně nákladu jsou: [6]

2.1 a) největší povolená šířka

1. vozidel kategorie M1	2,50 m
2. vozidel kategorií M2, M3, A, O, O _T , T	2,55 m
3. vozidel s tepelně izolovanou nástavbou o tloušťce stěn větší než 45 mm	2,60 m
4. u dvoukolových mopedů	1,00 m
5. ostatních vozidel kategorie L	2,00 m
6. přípojných voz. za dvukolová mot. voz.	1,00 m
7. samojízdných a přípojných pracovních strojů a nesených prac. strojů v soupravě s nosičem	3,00 m
8. tramvají	2,65 m

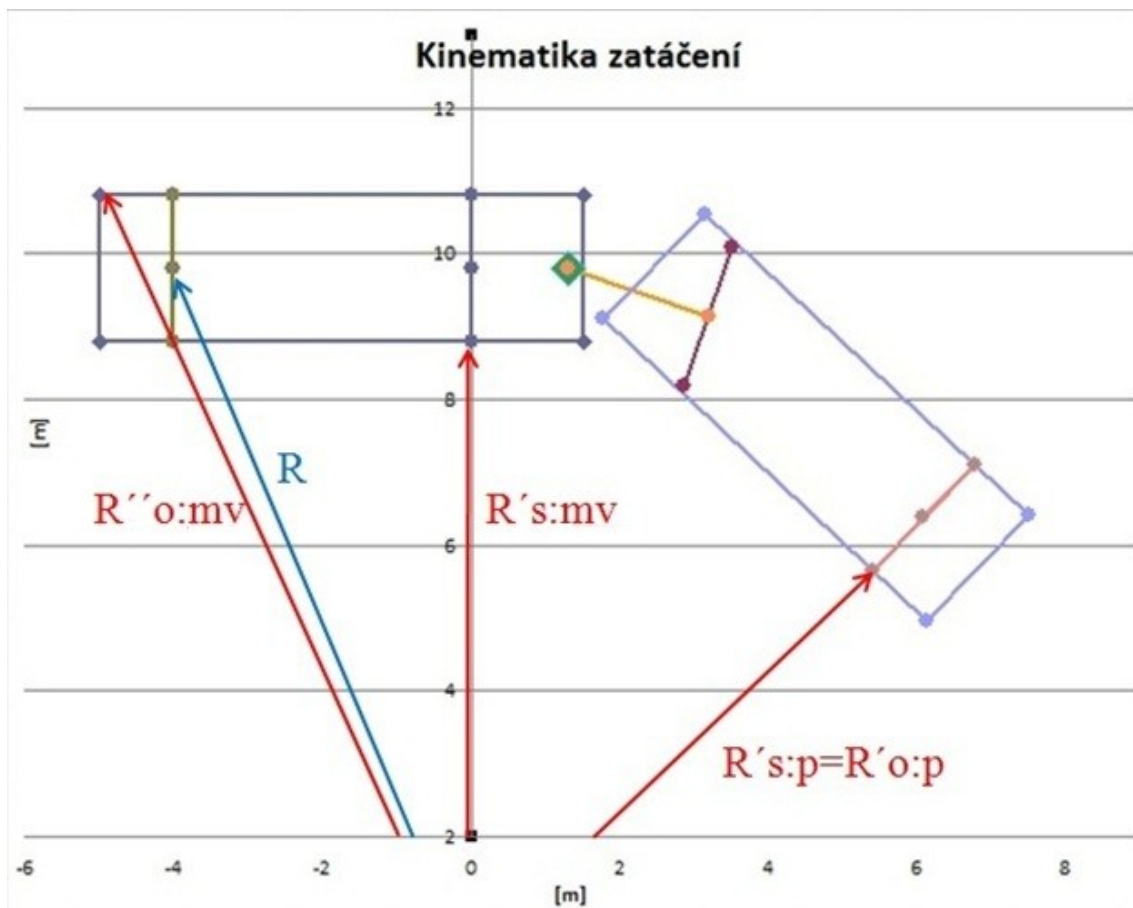
2.1 b) největší povolená délka

1. jednotlivého vozidla s výjimkou autobusu a návěsu	12,00 m
2. přípojného vozidla kategorie O1, O2	8,00 m
3. a) autobusu se dvěma nápravami l	3,50 m
b) autobusu se třemi a více nápravami	15,00 m
c) kloubové autobusy	18,75 m
4. kloubového dvoučlankového autobusu a trolejbusu	18,00 m
5. kloubového tříčlankového autobusu a trolejbusu	22,00 m
6. soupravy tahače s návěsem	16,50 m
7. soupravy mot. voz. s jedním přívěsem	18,75 m
8. soupravy motorového vozidla s jedním přívěsem kategorie O4 pro přepravu vozidel	20,75 m
9. vozidla kategorie L	4,00 m
10. tramvaje (sólo) včetně spřáhel	18,00 m
11. soupravy tramvají a kloubové tramvaje včetně spřáhel	40,00 m
12. soupravy traktoru s jedním přívěsem, návěsem nebo s přípojným pracovním strojem	18,00 m
13. soupravy se dvěma přívěsy nebo s návěsem a jedním přívěsem	22,00 m

3 NÁVRH MODELU

- Model je sestaven pro jízdu kruhovým obloukem **MALOU RYCHLOSTÍ**, kde je deformace kol vlivem působení příčných sil **ZANEDBANÁ**.

3.1 Hledané obrysové poloměry pro využití v praxi.



Obr. 3.1. hledané obrysové poloměry

R – poloměr zatáčení přední nápravy [m]

$R''o:mv$ – vnější obrysový poloměr motorového vozidla [m]

$R'o:p$ – vnitřní obrysový poloměr přípojného vozidla [m]

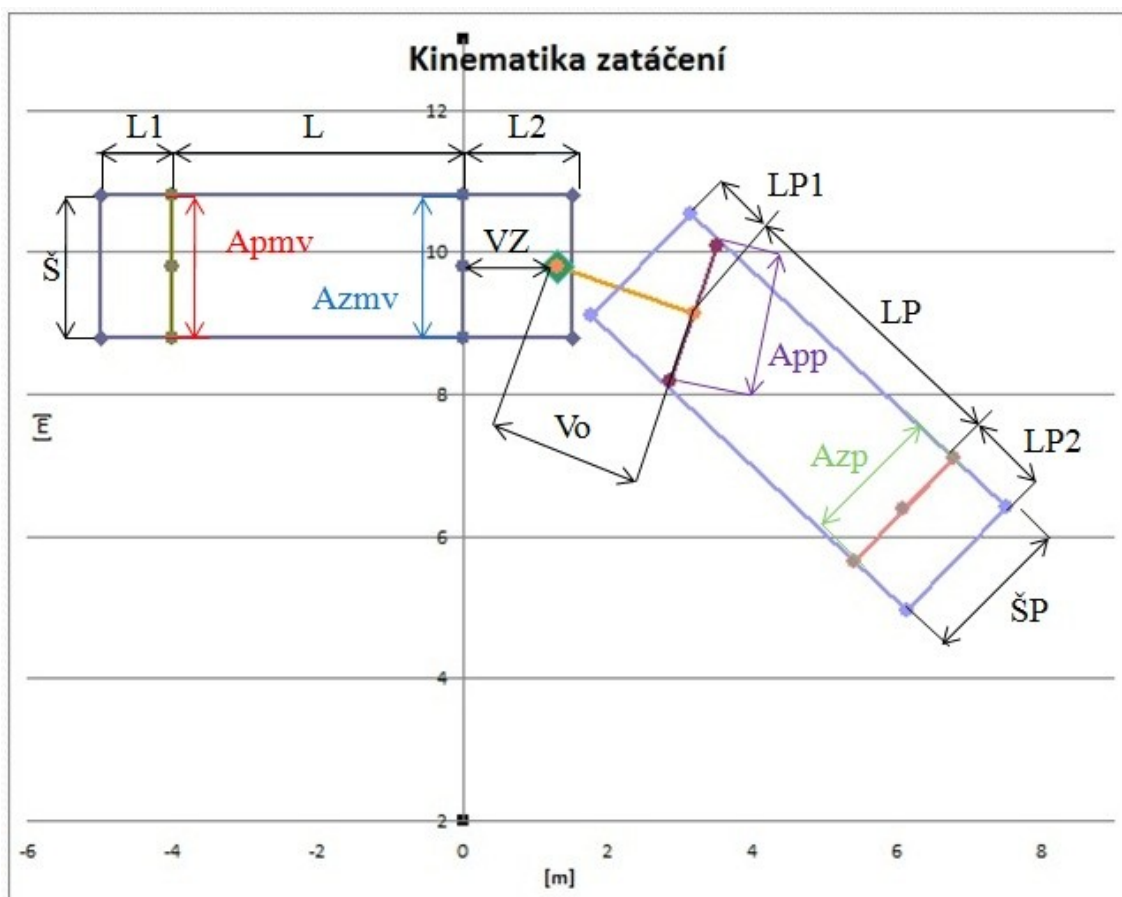
$R's:mv$ – vnitřní stopový poloměr motorového vozidla [m]

$R's:p$ – vnitřní stopový poloměr přípojného vozidla [m]

Δ – Míra vybočení přívěsu z dráhy [m]

$$\Delta = R's:mv - R's:p \quad [m] \quad (1)$$

Pro sestavení modelu je potřeba znát veškeré rozměrové parametry jak motorového vozidla tak přípojného vozidla, popřípadě všech přípojných vozidel.



Obr. 3.2. označení rozměrových parametrů

Kde:

R – poloměr zatáčení přední nápravy [m]

\dot{S} – šířka motorového vozidla [m]

L – rozvor motorového vozidla [m]

$L1$ – přední převis motorového vozidla [m]

$L2$ – zadní převis mot. vozidla [m]

VZ – vzdálenost přípojného zař. od zadní nápravy [m]

V_o – délka tažné oje [m]

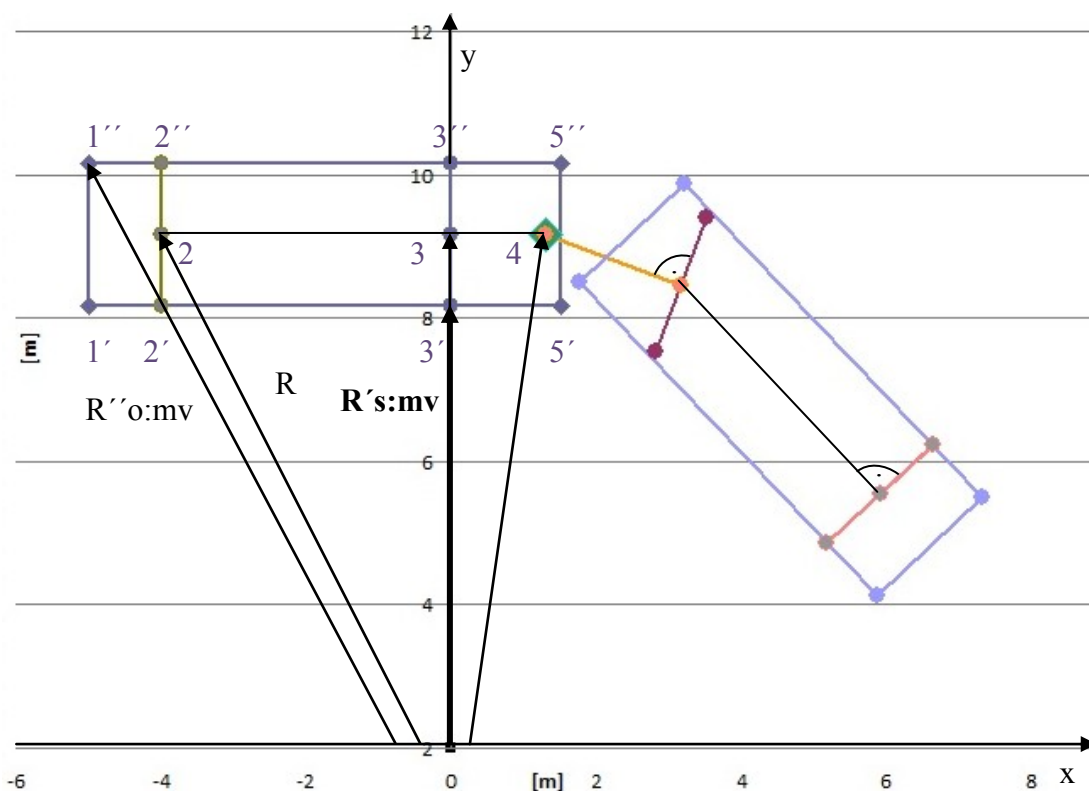
LP – rozvor přívěsu [m]

$LP1$ – přední převis přívěsu [m]

$LP2$ – zadní převis přívěsu [m]

Azp – rozchod kol zadní nápravypřipojného vozidla [m]

Pro výpočet poloměrů na kterých se nachází všechny hledané body motorového vozidla a přípojných vozidel je použito základních vlastností trojúhelníku.



Obr. 3.3. hľadané body motorového vozidla

3.2 Obecné výpočty znázorněných bodů motorového vozidla:

Zadané hodnoty : R, L, L1, L2, VZ, Š, Apmv, Azmv.

$$R3 = \sqrt{(R^2 + L^2)} \text{ [m]} \quad (2)$$

$$R3' = R's:mv = R3 - \frac{Azmv}{2} [\text{m}] \quad (3)$$

$$R4 = \sqrt{(R3^2 + VZ^2)} \text{ [m]} \quad (4)$$

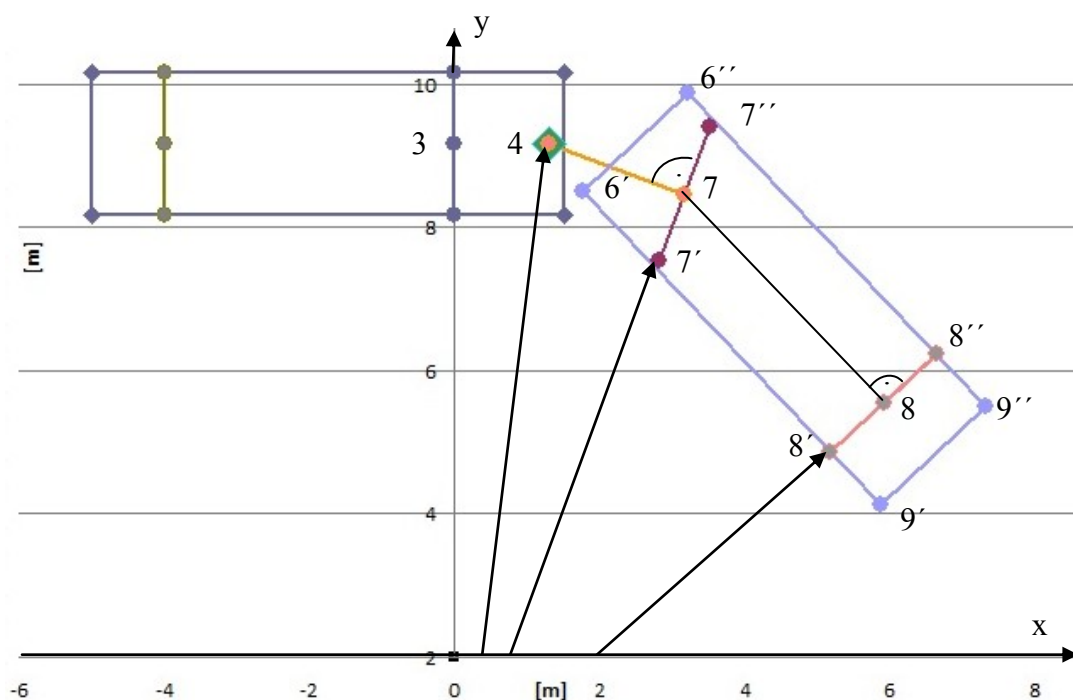
$$R1'' = R'o:mv = \sqrt{\left(\left(R3 + \frac{Azmv}{2}\right)^2 + (L + L1)^2\right)} \text{ [m]} \quad (5)$$

Ostatní znázorněné body motorového vozidla nemusíme tímto způsobem počítat, protože jejich poloměry znát nepotřebujeme.

Do modelu zavedeme body pomocí zadaných rozměrových parametrů. Toto můžeme jednoduše provést, protože motorové vozidlo je kolmé na osu y.

3.3 Obecné výpočty znázorněných bodů přípojného vozidla:

Zadané hodnoty: Vo, LP, LP1, LP2, ŠP, App, Azp.



Obr. 3. 4. Hledané body přípojného vozidla

$$R7 = \sqrt{(R4^2 - Vo^2)} \text{ [m]} \quad (6)$$

$$R7' = R7 - \frac{App}{2} \text{ [m]} \quad (7)$$

$$R7'' = R7 + \frac{App}{2} \text{ [m]} \quad (8)$$

$$R8 = \sqrt{(R7^2 - LP^2)} \text{ [m]} \quad (9)$$

$$R8' = R8 - \frac{Azp}{2} \text{ [m]} \quad (10)$$

$$R8'' = R8 + \frac{Azp}{2} \text{ [m]} \quad (11)$$

$$R9'' = \sqrt{(R8''^2 + LP^2)} \text{ [m]} \quad (12)$$

$$R9' = \sqrt{(R8'^2 + LP^2)} \text{ [m]} \quad (13)$$

$$R6'' = \sqrt{(R8''^2 + (LP + LP1)^2)} \text{ [m]} \quad (14)$$

$$R6' = \sqrt{(R8'^2 + (LP + LP1)^2)} \text{ [m]} \quad (15)$$

Poloměry všech bodů přípojného vozidla jsou vypočteny. Výsledné hodnoty jsou však udány v polárních souřadnicích. Pro sestavení modelu se tyto body musí převést z polárního systému do pravoúhlého souřadného systému a to pomocí goniometrických funkcí.

Výpočty pro získání x-ových a y-ových souřadnic bodů přední nápravy přípojného vozidla:

$$x7 = R7 \cdot \sin\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4}\right) \text{ [m]} \quad (16)$$

$$y7 = R7 \cdot \cos\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4}\right) \text{ [m]} \quad (17)$$

$$x7' = R7' \cdot \sin\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7'}{R4}\right) \text{ [m]} \quad (18)$$

$$y7' = R7' \cdot \cos\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4}\right) [\text{m}] \quad (19)$$

$$x7'' = R7'' \cdot \sin\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4}\right) [\text{m}] \quad (20)$$

$$y7'' = R7'' \cdot \cos\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4}\right) [\text{m}] \quad (21)$$

Výpočty pro získání x-ových a y-ových souřadnic bodů zadní nápravy přípojného vozidla:

$$x8 = R8 \cdot \sin\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4} + \arccos\frac{R8}{R7}\right) [\text{m}] \quad (22)$$

$$y8 = R8 \cdot \cos\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4} + \arccos\frac{R8}{R7}\right) [\text{m}] \quad (23)$$

$$x8' = R8' \cdot \sin\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4} + \arccos\frac{R8}{R7}\right) [\text{m}] \quad (24)$$

$$y8' = R8' \cdot \cos\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4} + \arccos\frac{R8}{R7}\right) [\text{m}] \quad (25)$$

$$x8'' = R8'' \cdot \sin\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4} + \arccos\frac{R8}{R7}\right) [\text{m}] \quad (26)$$

$$y8'' = R8'' \cdot \cos\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4} + \arccos\frac{R8}{R7}\right) [\text{m}] \quad (27)$$

Výpočty pro získání x-ových a y-ových souřadnic rohových bodů karoserie přípojného vozidla:

$$x9' = R9' \cdot \sin\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4} + \arccos\frac{R8}{R7} + \arccos\frac{R8}{R9'}\right) [\text{m}] \quad (28)$$

$$y9' = R9' \cdot \cos\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4} + \arccos\frac{R8}{R7} + \arccos\frac{R8}{R9'}\right) [\text{m}] \quad (29)$$

$$x_{9''} = R_{9''} \cdot \sin \left(\arccos \frac{R_3}{R_4} + \arccos \frac{R_7}{R_4} + \arccos \frac{R_8}{R_7} + \arccos \frac{R_8'}{R_{9''}} \right) [\text{m}] \quad (30)$$

$$y_{9''} = R_{9''} \cdot \cos \left(\arccos \frac{R_3}{R_4} + \arccos \frac{R_7}{R_4} + \arccos \frac{R_8}{R_7} + \arccos \frac{R_8'}{R_{9''}} \right) [\text{m}] \quad (31)$$

$$x_{6'} = R_{6'} \cdot \sin \left(\arccos \frac{R_3}{R_4} + \arccos \frac{R_7}{R_4} + \arccos \frac{R_8}{R_7} - \arccos \frac{R_8'}{R_{6'}} \right) [\text{m}] \quad (32)$$

$$y_{6'} = R_{6'} \cdot \cos \left(\arccos \frac{R_3}{R_4} + \arccos \frac{R_7}{R_4} + \arccos \frac{R_8}{R_7} - \arccos \frac{R_8'}{R_{6'}} \right) [\text{m}] \quad (33)$$

$$x_{6''} = R_{6''} \cdot \sin \left(\arccos \frac{R_3}{R_4} + \arccos \frac{R_7}{R_4} + \arccos \frac{R_8}{R_7} - \arccos \frac{R_8'}{R_{6''}} \right) [\text{m}] \quad (33)$$

$$y_{6''} = R_{6''} \cdot \cos \left(\arccos \frac{R_3}{R_4} + \arccos \frac{R_7}{R_4} + \arccos \frac{R_8}{R_7} - \arccos \frac{R_8'}{R_{6''}} \right) [\text{m}] \quad (34)$$

3.4 Ukázka konkrétních výpočtů pro pár vybraných bodů:

Zadané hodnoty:

R – poloměr zatačení přední nápravy	15,0 [m]
Š – šířka motorového vozidla	2,4 [m]
L1 – přední převis motorového vozidla	2,0[m]
L – rozvor motorového vozidla	4,0 [m]
Azmv – rozchod kol zadní nápravy motorového vozidla	1,8 [m]
Vo - délka tažné oje	3,0 [m]
VZ – vzdálenost přípojného zař. od zadní nápravy	1,5 [m]

$$R_3 = \sqrt{(R^2 + L^2)} \quad (2)$$

$$R_3 = \sqrt{(15^2 + 4^2)} = 15,52 \text{ m}$$

$$R_3' = R_3 - \frac{Azmv}{2} \quad (3)$$

$$R_3' = R_3 - \frac{1,8}{2} = 14,62 \text{ m}$$

Výpočet vnějšího obrysového poloměru jízdní soupravy:

$$R1'' = R'o:mv = \sqrt{\left(R3 + \frac{Azmv}{2}\right)^2 + (L + L1)^2} \quad (5)$$

$$R1'' = R'o:mv = \sqrt{\left(15,52 + \frac{1,8}{2}\right)^2 + (4 + 2)^2} = 17,48 \text{ m}$$

Výpočet středu přední nápravy přípojného vozidla:

$$R4 = \sqrt{(R3^2 + VZ^2)} \quad (4)$$

$$R4 = \sqrt{(15,52^2 + 1,5^2)} = 15,59 \text{ m}$$

$$R7 = \sqrt{(R4^2 - Vo^2)} \quad (6)$$

$$R7 = \sqrt{(15,59^2 - 3,0^2)} = 15,29 \text{ m}$$

Výpočty x-ových a y-ových souřadnic středového bodu přední nápravy přípojného vozidla:

$$x7 = R7 \cdot \sin\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4}\right) \quad (16)$$

$$x7 = 15,29 \cdot \sin\left(\arccos\frac{15,52}{15,59} + \arccos\frac{15,29}{15,59}\right) = 4,39 \text{ m}$$

$$y7 = R7 \cdot \cos\left(\arccos\frac{R3}{R4} + \arccos\frac{R7}{R4}\right) \quad (17)$$

$$y7 = 15,29 \cdot \cos\left(\arccos\frac{15,52}{15,59} + \arccos\frac{15,29}{15,59}\right) = 14,65 \text{ m}$$

Analogicky vypočteme zbývající body a zavedeme do tabulky, ze které vytvoříme výsledný model.

4 MODEL

4.1 popis modelu

Model bude realizován v běžně dostupném výpočetním prostředí a to Microsoft Office Excel 2003. Aby bylo možné model vytvořit musí být sestavena tabulka hodnot Všechných bodů zadané jízdní soupravy, které jsou vypočteny dle výše uvedených vzorců a postupů. Z této tabulky je vykreslen model.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Motorové vozidlo										
2	šířka		2,50	(m)							
3	rozvor		3,00	(m)		Poloměr zatáčení přední nápravy	R			20,00	m
4	přední převis		1,50	(m)		poloměr zatačení zadní nápravy	R3			20,22	m
5	zadní převis		2,00	(m)							
6	přední rozchod		2,20	(m)		vnější obrysový poloměr		R1''		21,94	m
7	zadní rozchod		2,00	(m)		stopový poloměr vozidla		R4'		19,22	m
8	vzdálenost										
9	připojného zařízení		1,70	(m)							
10											
11	připojné vozidlo										
12	šířka		2,50	(m)							
13											
14	přední převis		1,50	(m)							
15	zadní převis		1,50	(m)							
16	rozchod přední nápravy		2,20	(m)							
17	rozchod zadní nápravy		2,20	(m)							
18	vzdálenost										
19	připojného zařízení		1,30	(m)							
20	délka oje		3,00	(m)							
21	rozvor		3,00	(m)							
22	Motorové vozidlo										
23	obrysové body										
24		1''	3''	6''	6'	3'	1'	3			
25	x	-4,50	0,00	2,00	2,00	0,00	-4,50	0			
26	y	21,47	21,47	21,47	18,97	18,97	18,97	20,22			
27											
28											
29	přední náprava										
30		2''	2	2'							
31	x	-3,00	-3,00	-3,00							
32	y	21,32	20,22	19,12							

Obr. 4. 1. Tabulka vypočtených hodnot pro nákladní automobil s přívěsem 1. část

33																	
34																	
35	zadní náprava																
36		4''	4''														
37	x	0,00	0,00														
38	y	21,22	19,22														
39																	
40																	
41	připojné zařízení				R5	20,30											
42	5																
43	x	1,70															
44	y	20,22															
45																	
46	Připojné vozidlo																
47	obrysové body																
48	7'	7''	9''	11''	11'	9'	9	R9	19,85	R11'	18,66	R7'	19,13				
49	x	2,76	3,69	7,87	9,26	8,33	6,94	7,40	R9''	18,60	R11''	21,15	R7''	21,57			
50	y	18,93	21,25	19,57	19,01	16,69	17,25	18,41	R9''	21,10							
51																	
52	přední náprava																
53	8'	8	8''					R8	20,07								
54	x	4,37	4,62	4,87				R8'	18,97								
55	y	18,46	19,53	20,60				R8''	21,17								
56																	
57	zadní náprava																
58	10'	10''						R10'	18,75								
59	x	6,99	7,81					R10''	20,95								
60	y	17,39	19,43														
61																	
62	připojné zařízení							R12	19,89								
63	12																
64	x	8,61															
65	y	17,93															
66																	

Obr. 4. 2. Tabulka vypočtených hodnot pro nákladní automobil s přívěsem 2. Část

Z těchto bodů vykreslíme graf. Ten se ovšem bude překreslovat s měnícím se poloměrem zatáčení, abychom zajistili vhodné měřítko obou os vůči sobě a tím zajistili kolmost bodů které na sebe mají být kolmé musíme nadefinovat makro které nám toto zajistí. Makro se definuje pomocí Editoru jazyka Visual Basic který je součástí programu Microsoft Office Excel 2003.

4.2 ukázka programování makra:

Sub Makro7()

,

' Makro7 Makro

' Makro zaznamenané 23.5.2011, PRA193

,

ActiveSheet.ChartObjects("graf 1").Activate

ActiveChart.PlotArea.Select

Selection.Width = 350

Selection.Height = 350

End Sub

```

Sub Makro8()
,
' Makro8 Makro
' Makro zaznamenané 23.5.2011, PRA193
,
,

    ActiveSheet.ChartObjects("graf 1").Activate
    ActiveChart.PlotArea.Select
    ActiveChart.Axes(xlCategory).Select
    With ActiveChart.Axes(xlCategory)
        .MinimumScale = -6
        .MaximumScale = 12
        .MinorUnitIsAuto = True
        .MajorUnitIsAuto = True
        .Crosses = xlAutomatic
        .ReversePlotOrder = False
        .ScaleType = xlLinear
        .DisplayUnit = xlNone
    End With
    ActiveChart.Axes(xlValue).Select
    With ActiveChart.Axes(xlValue)
        .MinimumScale = Range("E25").Value - 11
        .MaximumScale = Range("E25").Value + 4
        .MinorUnitIsAuto = True
        .MajorUnitIsAuto = True
        .Crosses = xlAutomatic
        .ReversePlotOrder = False
        .ScaleType = xlLinear
        .DisplayUnit = xlNone
    End With
End Sub

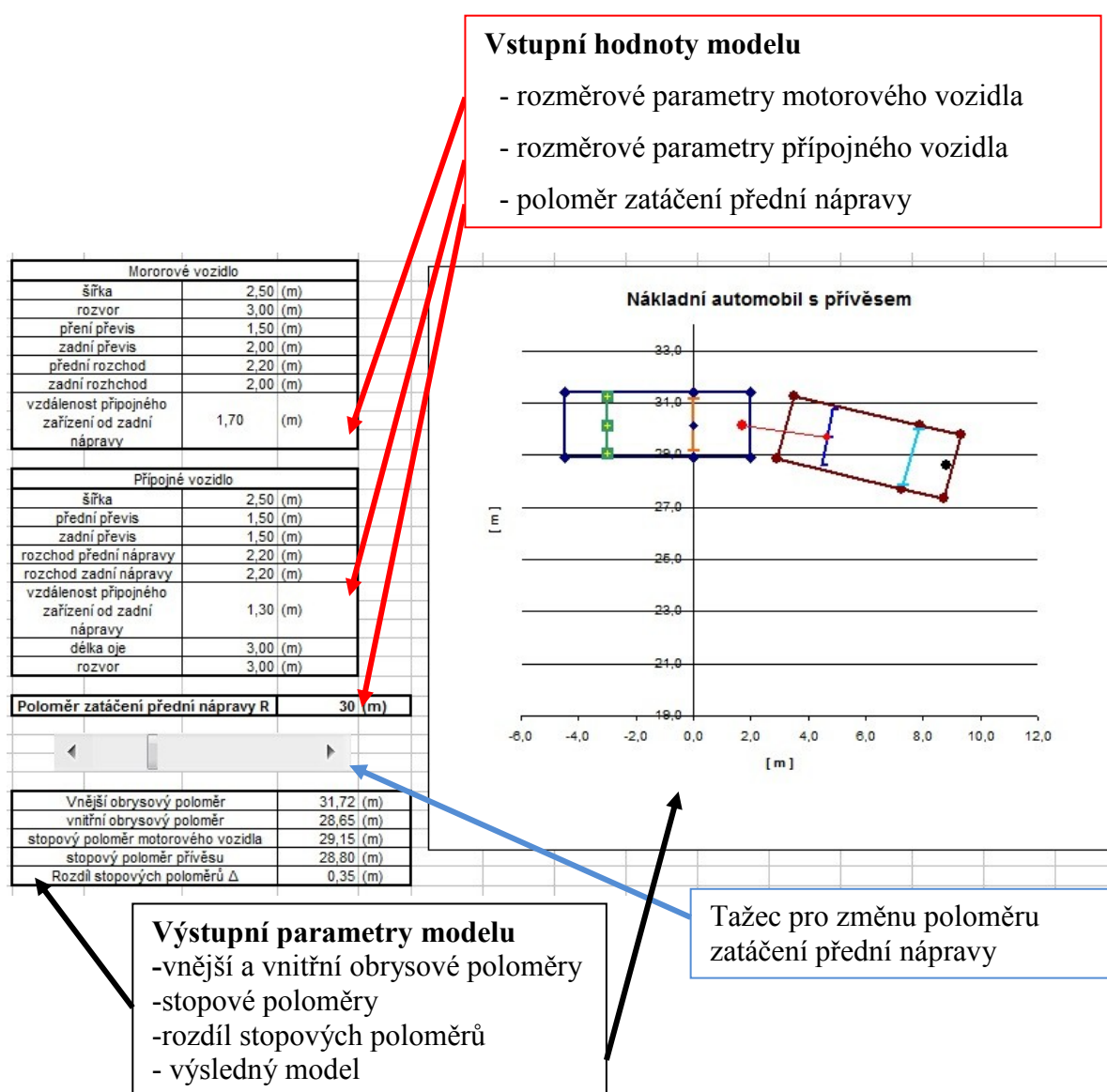
```

Pro jednoduchou obsluhu a hlavně přehlednost vymodelujeme na novém listu programu Microsoft Office Excel 2003 tabulky pro zadávání rozměrových parametrů jízdní soupravy. Každé vozidlo bude mít svou tabulku. Aby bylo zajištěno bezchybné vykreslení modelu musí být vyplněny všechny uvedené rozměry v tabulkách.

Dále vymodelujeme tažec, propojen s buňkou, ve které bude umístěna hodnota poloměru zatáčení přední nápravy. Toto nám umožní tažcem ovládat celý model.

V modelu je umístěna také tabulka s hodnotami vnějších a vnitřních obrysových poloměrů, stopového poloměru motorového vozidla, stopového poloměru přípojného vozidla a také je tam uveden rozdíl těchto stopových poloměrů.

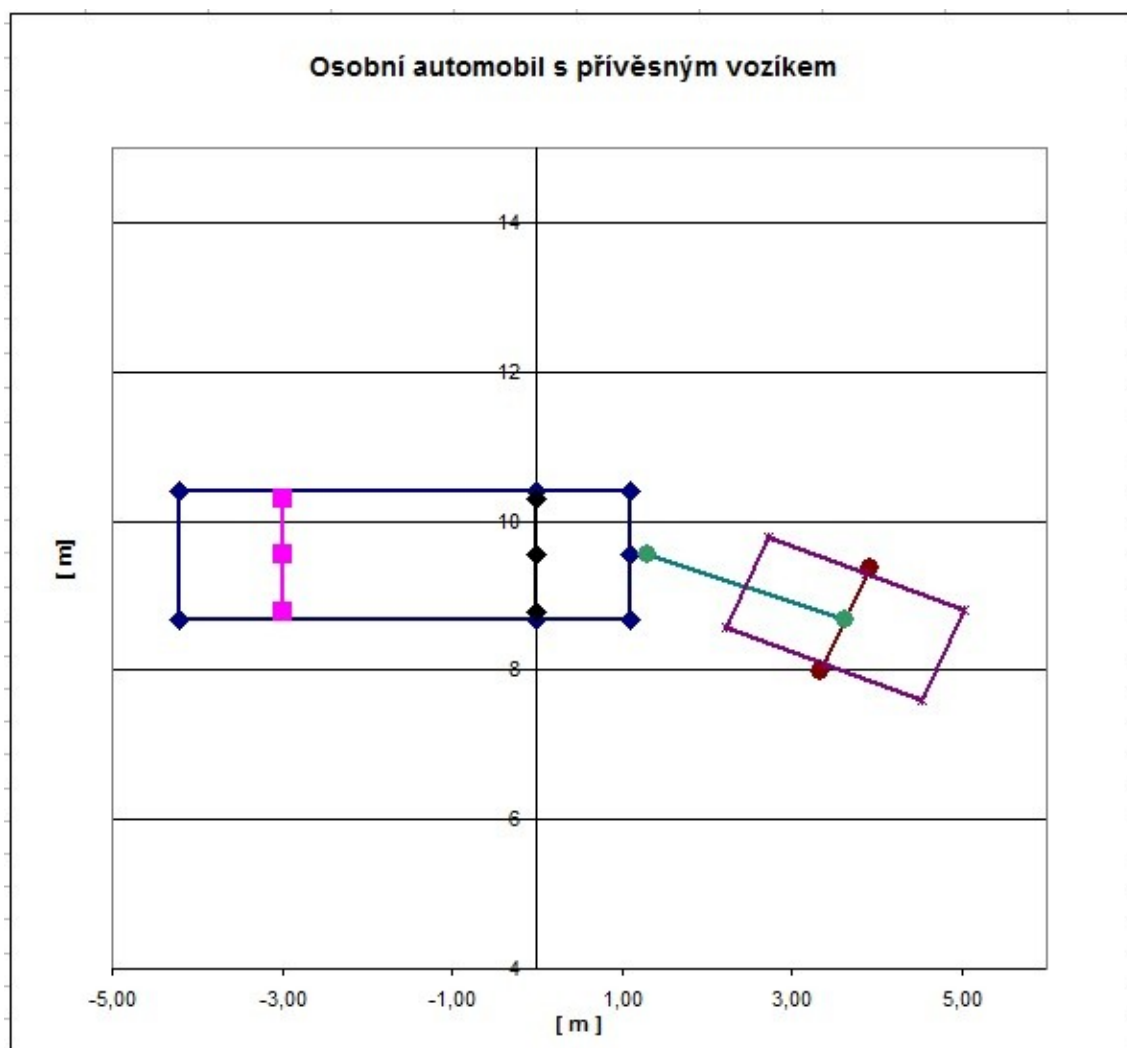
4.3 ukázka pracovního prostředí modelu:



Obr. 4.3. popis pracovního prostředí

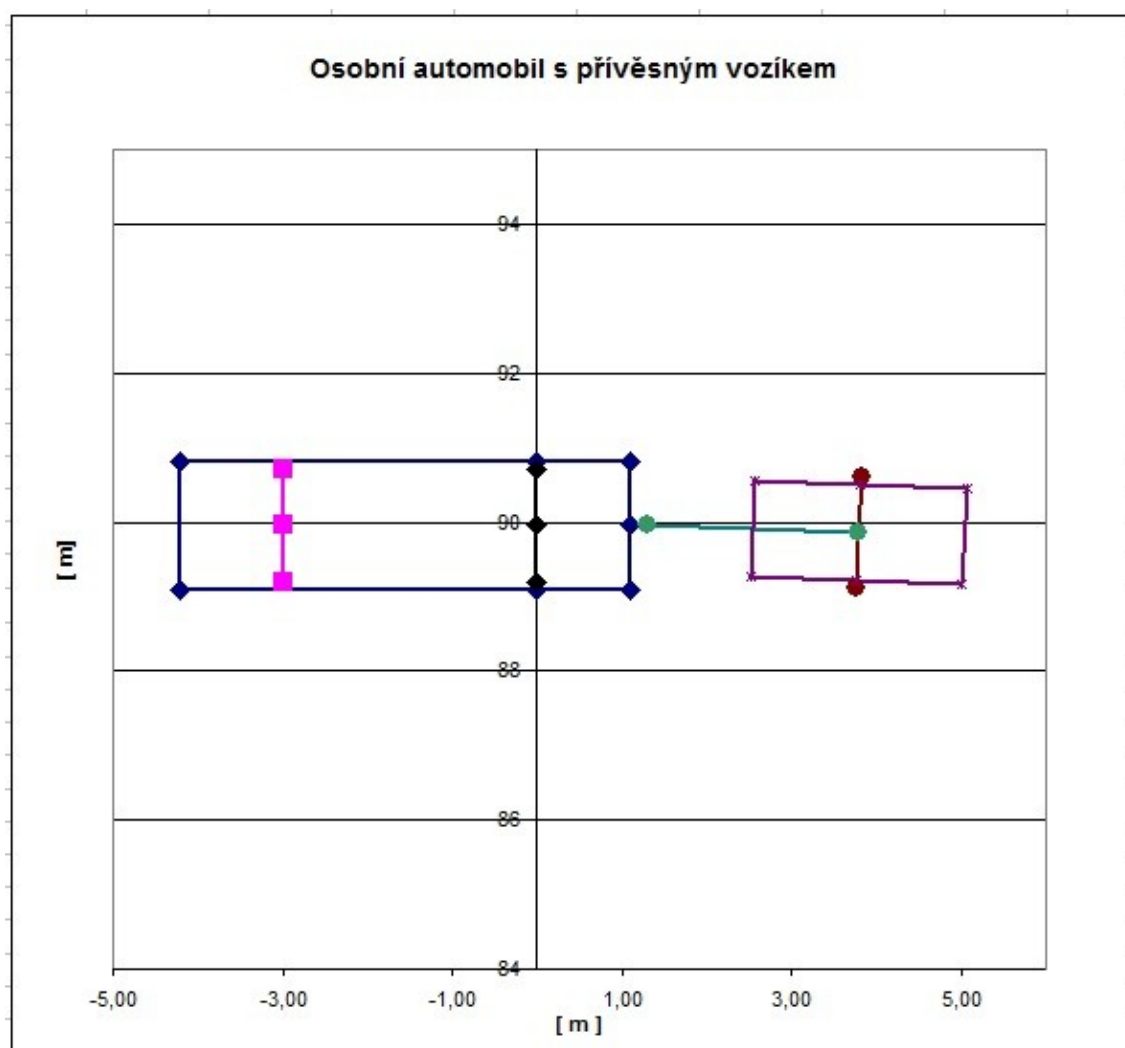
5 VÝSLEDNÉ MODELY

Zobrazení výsledného modelu osobního automobilu s přívěsným vozíkem o poloměru zatáčení přední nápravy 10m.



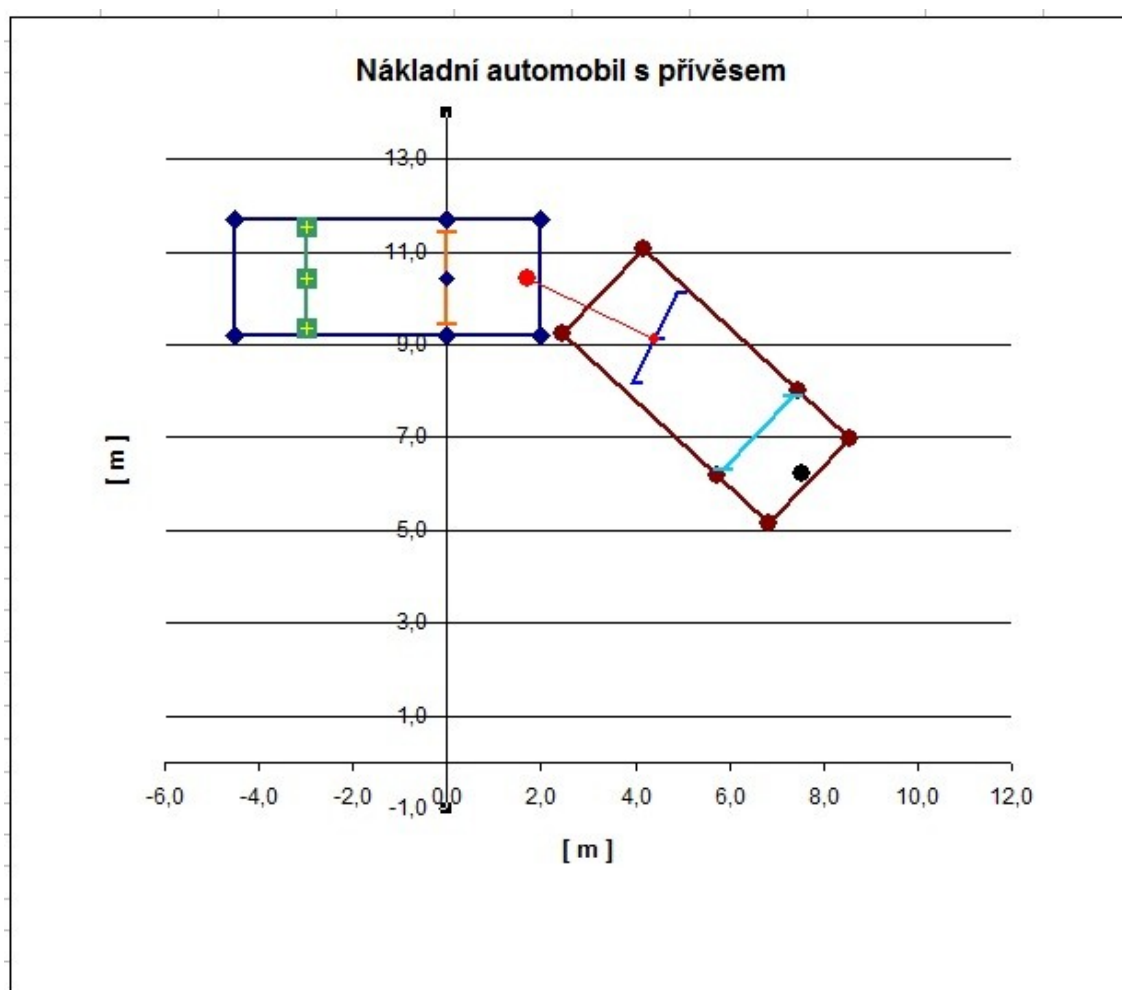
Obr. 5.1. Osobní automobil s přívěsným vozíkem $R=10\text{m}$

Zobrazení výsledného modelu osobního automobilu s přívěsným vozíkem o poloměru zatáčení přední nápravy 90m.



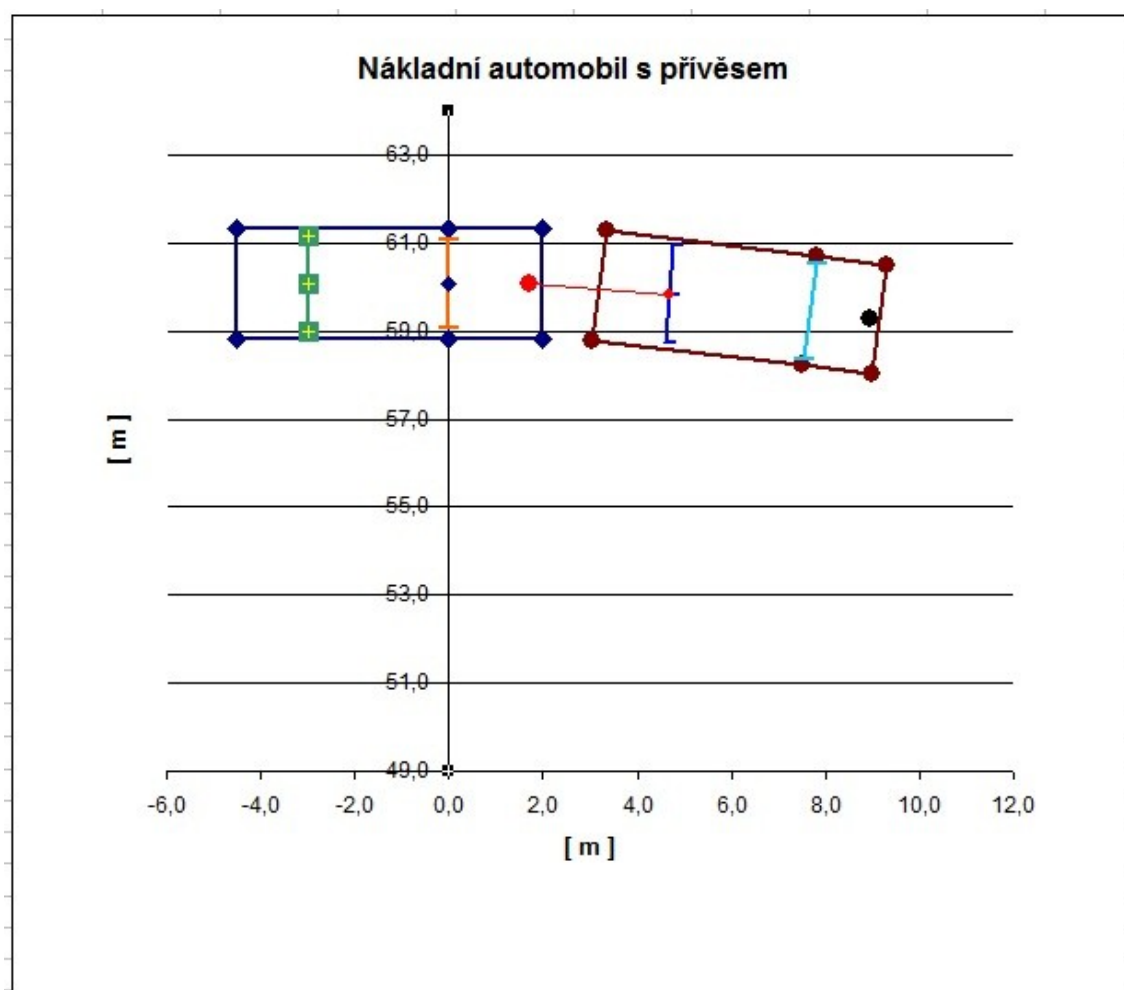
Obr. 5.2. Osobní automobil s přívěsným vozíkem $R=90\text{m}$

Zobrazení výsledného modelu jízdní soupravy nákladního automobilu s přívěsem o poloměru zatáčení přední nápravy 10m.



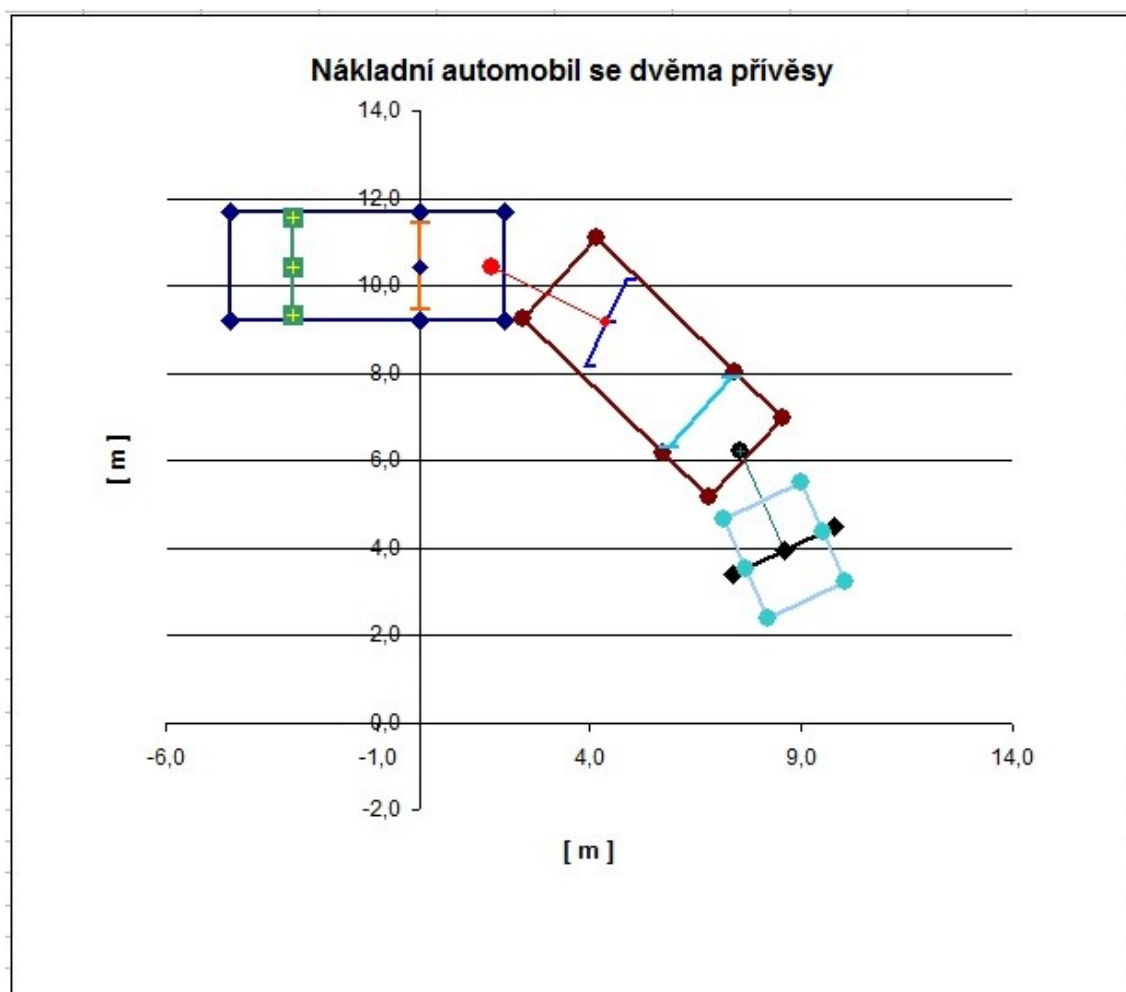
Obr. 5.3. Nákladní automobil s přívěsem $R=10m$

Zobrazení výsledného modelu jízdní soupravy nákladního automobilu s přívěsem o poloměru zatáčení přední nápravy 60m.



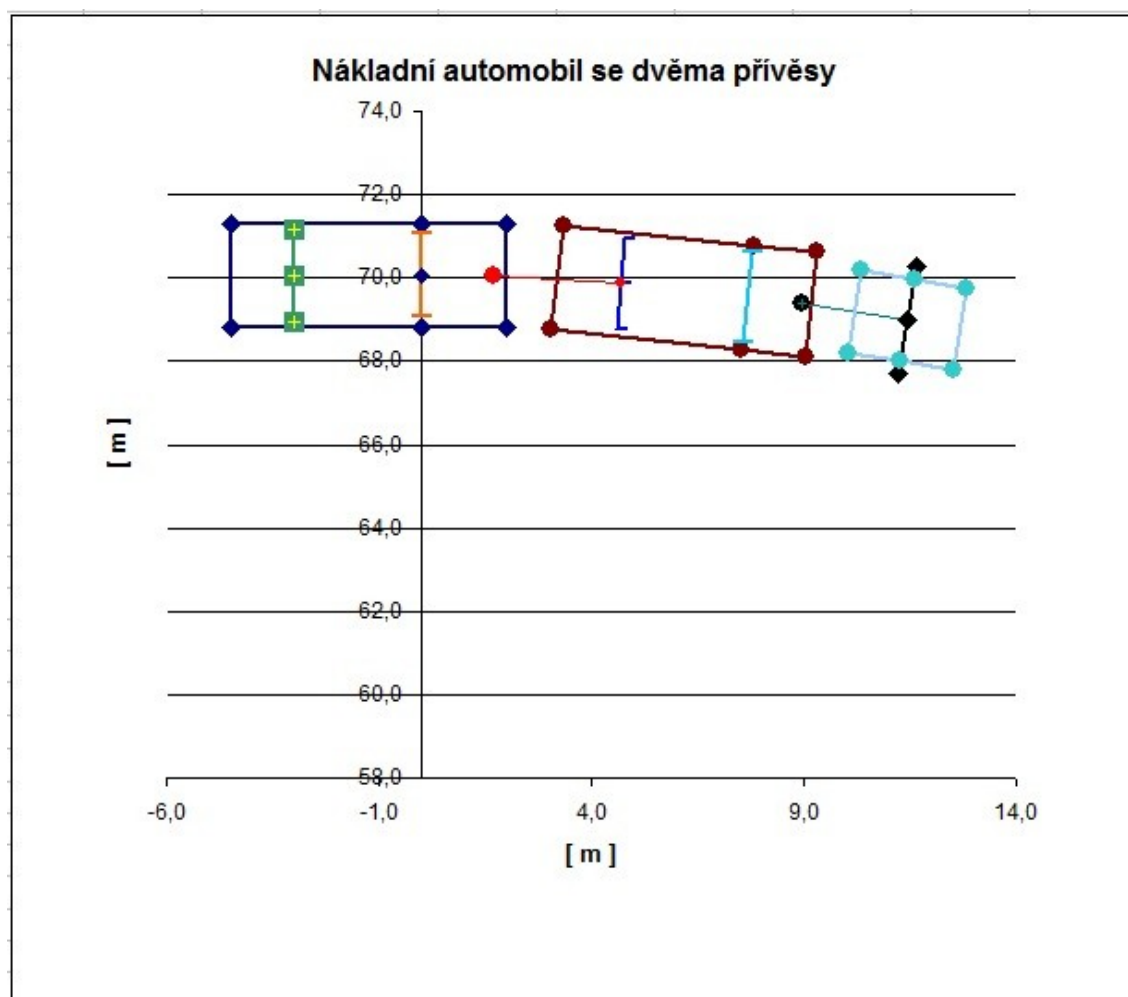
Obr. 5.4. Nákladní automobil s přívěsem R=60m

Zobrazení výsledného modelu jízdní soupravy nákladního automobilu se dvěma přívěsy o poloměru zatačení přední nápravy 10m.



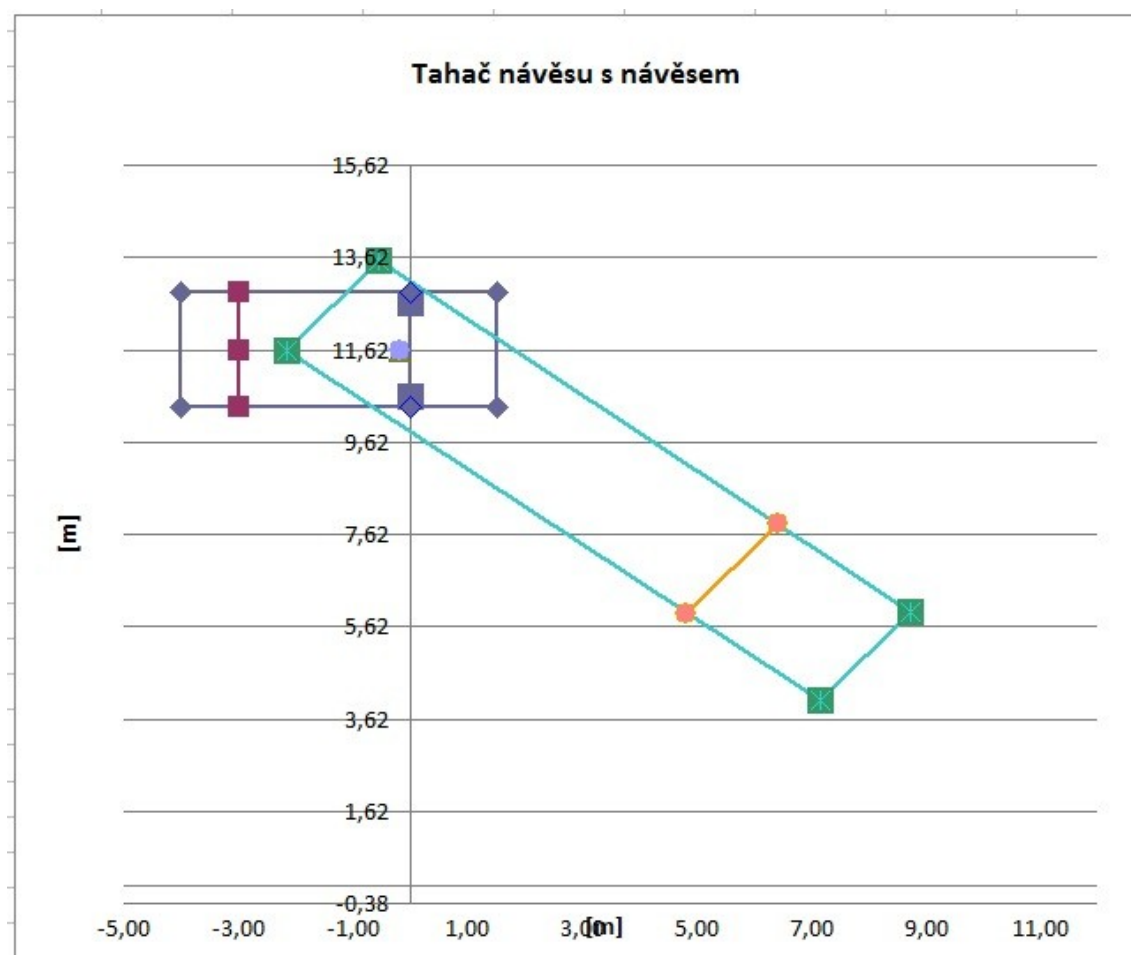
Obr. 5.5. Nákladní automobil se dvěma přívěsy $R=10m$

Zobrazení výsledného modelu jízdní soupravy nákladního automobilu se dvěma přívěsy o poloměru zatáčení přední nápravy 10m.



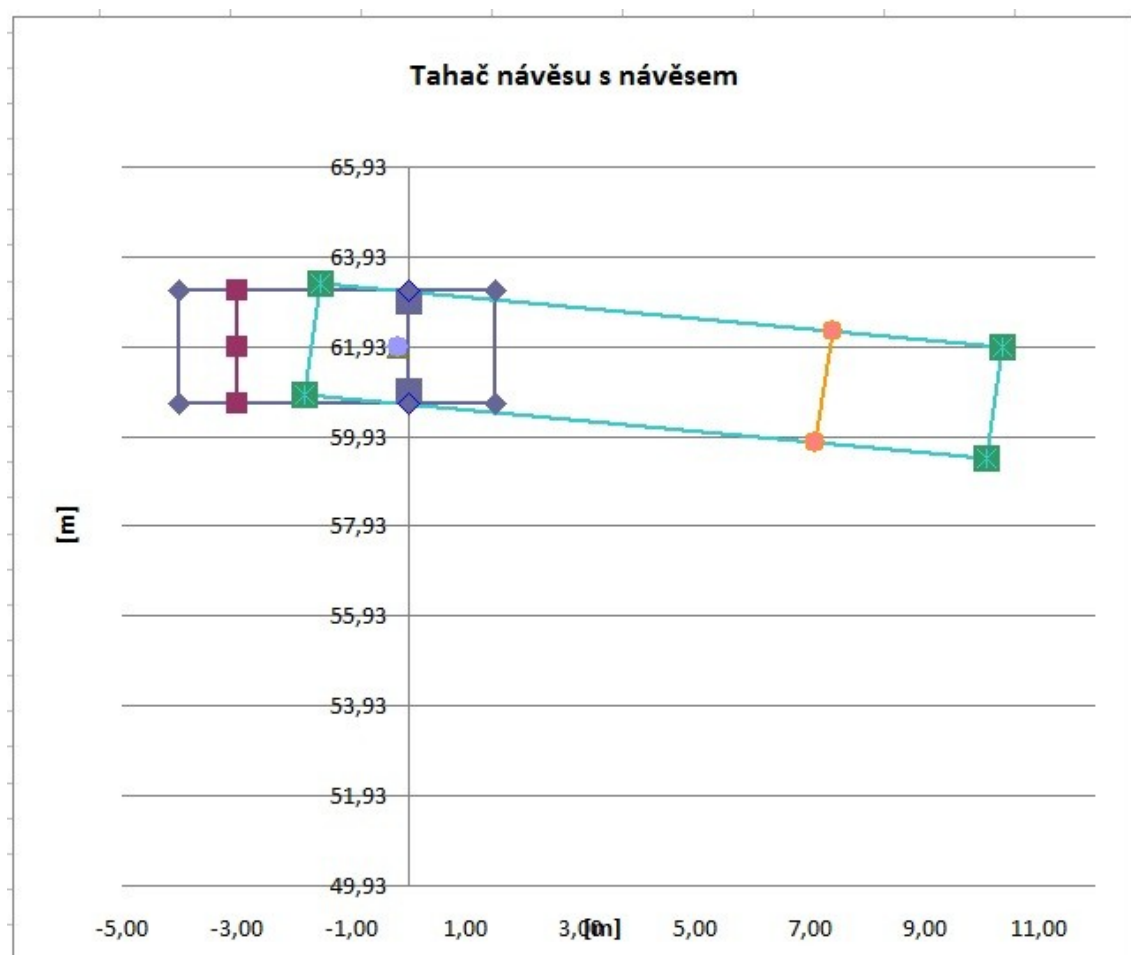
Obr. 5.6. Nákladní automobil se dvěma přívěsy $R=70m$

Zobrazení výsledného modelu jízdní soupravy tahače návěsu s návěsem o poloměru zatáčení přední nápravy 12m.



Obr. 5.7. Tahač návěsu s návěsem $R=10m$

Zobrazení výsledného modelu jízdní soupravy tahače návěsu s návěsem o poloměru zatáčení přední nápravy 62m.



Obr. 5.8. Tahač návěsu s návěsem $R=62\text{m}$

6 ZÁVĚR

Úkolem bakalářské práce byla analýza systému řízení motorových a přípojných vozidel a jejich souprav. Teoretické řešení výpočtů obrysových poloměrů a návrh počítačového modelu pro jejich výpočet a hodnocení. V první kapitole práce je popsáno Rozdělení vozidel dle ČSN a EHK jejich kategorizace a stručný popis jednotlivých vozidel. Druhá kapitola „rozměrové parametry“ uvádí největší povolené rozměry vozidel a jízdních souprav dle vyhlášky 341/2002 Sb. jakožto jejich šířky a délky. Ve třetí kapitole „návrh modelu“ jsou zobrazeny a popsány důležité výsledné poloměry vozidel, označeny rozměrové parametry motorového i přípojného vozidla a tyto rozměry jsou vysvětleny. Jsou zde také provedeny teoretické výpočty některých bodů a vybrané body jsou vypočteny i s dosazenými rozměry vozidel, tyto body jsou také přepočítány do pravoúhlého souřadného systému. Následující kapitola „model“ se zabývá popisem modelu ukázkou tabulek vypočtených hodnot a definování makra. Je zde zobrazeno pracovní prostředí modelu s popisem vstupních a výstupních hodnot a ovládacího členu. Poslení pátá kapitola „výsledné modely“ zobrazuje výsledek modelu pro jednotlivá vozidla a jejich jízdní soupravy. Každá souprava je zobrazená pro dva různé poloměry zatáčení.

Tento model lze použít pro ověřování jízdních vlastností vozidel a jejich souprav k ověření průjezdnosti vozidla kruhovým obloukem, nebo jej lze použít pro výukové účely.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Matějka, R.: [i]Vozidlá silniční dopravy I. [/i]Bratislava: ALFA Bratislava. 1999. ISBN 80-05-00392-7
- [2] Matějka Rostislav.: [i]Vozidlá silniční dopravy II. [/i]Vyd. 2. Žilina: Vysoká škola dopravy a spojov.1992. 245 s. ISBN 80-7100-074-4
- [3] Vlk, František.: [i]Dynamika motorových vozidel: jízdní odpory, hnací charakteristika, brzdění, odpružení, řiditelnost, ovladatelnost, stabilita. [/i]Brno: F. Vlk. 2000. 434 s. ISBN 80-238-5273-6
- [4] Vlk, František.: [i] Podvozky motorových vozidel. [/i] 3. přeprac., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: F. Vlk. 2006. 464 s. ISBN 80-239-6464-X
- [5] Rozdělení vozidel dle ČSN a EHK dostupné na: http://www.autoskola-celeda.cz/podklady/rozdeleni_vozidel_dle_csn_ehk.pdf
- [6] VYHLÁŠKA Ministerstva dopravy a spojů 341/2002 Sb. dostupná na: http://www.dpo.cz/sluzby/autoskola/soubory/04_vyhlaska_341_2002.pdf

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1. Základní rozdělení silničních vozidel (ČSN 30 00 24).....	9
Obr. 1.2. Valníkovaný nákladní automobil – a) dvounápravový, b) třinápravový s plachtou.....	14
Obr. 1.3. Sklápěčkový nákladní automobil – a) s třístranným sklápěním, b) s jednostranným sklápěním.....	14
Obr. 1.4. Skříňový nákladní automobil – a) se skříňovou nástavbou, b) furgon.....	15
Obr. 1.5. Tahač přívěsu s přívěsem.....	16
Obr. 1.6. Tahač návěsu.....	16
Obr. 1.7. Přívěs.....	17
Obr. 1.8. Návěs.....	18
Obr. 1.9. Přívěsová jízdní souprava.....	19
Obr. 1.10. Návěsová jízdní souprava.....	19
Obr. 1.11. Autobusová návěsová souprava.....	19
Obr. 3.1. hledané obrysové poloměry.....	21
Obr. 3.2. označení rozměrových parametrů.....	22
Obr. 3.3. hledané body motorového vozidla.....	23
Obr. 3. 4. Hledané body přípojného vozidla.....	24
Obr. 4. 1. Tabulka vypočtených hodnot pro nákladní automobil s přívěsem 1. část....	29
Obr. 4. 2. Tabulka vypočtených hodnot pro nákladní automobil s přívěsem 2. Část....	30
Obr. 4.3. popis pracovního prostředí.....	32
Obr. 5.1. Osobní automobil s přívěsným vozíkem R=10m.....	33
Obr. 5.2. Osobní automobil s přívěsným vozíkem R=90m.....	34
Obr. 5.3. Nákladní automobil s přívěsem R=10m.....	35
Obr. 5.4. Nákladní automobil s přívěsem R=60m.....	36
Obr. 5.5. Nákladní automobil se dvěma přívěsy R=10m.....	37
Obr. 5.6. Nákladní automobil se dvěma přívěsy R=70m.....	38
Obr. 5.7. Tahač návěsu s návěsem R=10m.....	39
Obr. 5.8. Tahač návěsu s návěsem R=62m.....	40